

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

09/744722

EP 99 / 5147



REC'D 31 AUG 1999

WIPO PCT

EJW

## Bescheinigung

Die AGFA-GEVAERT AKTIENGESELLSCHAFT in Leverkusen/Deutschland hat  
eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Herstellung von Solarzellen"

am 30. Juli 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Das angeheftete Stück ist eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprüng-  
lichen Unterlage dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol  
H 01 L 31/18 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 4. Mai 1999

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Joost

Aktenzeichen: 198 34 358.2



**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

### Verfahren zur Herstellung von Solarzellen

Die Erfindung betrifft ein ökonomisch verbessertes Verfahren zur Herstellung von  
5 Dünnschicht-Solarzellen, z.B. CdTe-Solarzellen (CdTe = Cadmiumtellurid). Im folgenden dient CdTe nur als Beispiel für alle Dünnschicht-Solarzellen.

CdTe- und CdTe/CdS-Solarzellen können nach unterschiedlichen Verfahren hergestellt werden (US-5 304 499), denen eine Wärmebehandlung bei wenigstens 575°C  
10 gemeinsam ist, damit eine ausreichende Effizienz erzielt wird. Diese Temperaturen erlauben nur die Verwendung von teuren Glassorten als Träger. Glas als Träger hat den Nachteil, daß die Beschichtung mit CdTe nur diskontinuierlich auf Glasplatten vorgenommen werden kann, unabhängig davon, welche Beschichtungsmethode gewählt wird.

15 US-5 304 499 beschreibt ein Verfahren, bei dem die Beschichtungstemperaturen nur noch 480 bis 520°C betragen und somit die Verwendung von preiswerten Glassorten ("Fensterglas") erlauben.

20 Dazu ist erforderlich, daß das Glas zunächst mit einer transparenten, elektrisch leitfähigen Schicht, z.B. aus dotiertem Zinnoxid, versehen wird. Es folgt eine dünne Cadmiumsulfid-Schicht (CdS), auf die dann die lichtempfindliche CdTe-Schicht bei 480 bis 520°C aufsublimiert wird.

25 Die zum Aufbringen der CdTe-Schicht erforderliche Apparatur ist kompliziert und aufwendig: Trägermaterial und CdTe-Quelle werden von gegenüberliegenden Graphitblöcken, die auf die notwendige Temperatur aufgeheizt sind, derart gehalten, daß die CdTe-Quelle sich nur 2 bis 3 mm von der Trägeroberfläche entfernt befindet. Es folgt dann die Sublimation bei 0,1 mbar Inertgasatmosphäre, z.B. Stickstoff-, Helium-, Argon- oder Wasserstoffatmosphäre. Große Flächen von CdTe-beschichtetem  
30 Material für die Herstellung von Solarzellen können so nicht preisgünstig erzeugt werden.

Dieses und die anderen bekannten Verfahren erlauben nicht die Verwendung von Trägerfolien aus polymeren organischen Materialien.

- 5 Aufgabe der Erfindung war die preisgünstige Herstellung eines Trägers mit photo-  
voltaisch aktiver Schicht, z.B. CdTe-Schicht.

10 Es wurde nun überraschend ein Verfahren gefunden, das die Verwendung flexibler  
polymerer Folien für die Beschichtung mit CdTe und Temperung gestattet, ohne daß  
das polymere Trägermaterial durch die hohen Temperaturen geschädigt wird. Auf  
diese Weise wird ein Ausgangsmaterial für Solarzellen hoher Effizienz erhalten.

15 Gegenstand der Erfindung ist daher ein Verfahren zur Beschichtung organisch-poly-  
merer Trägermaterialien mit CdTe und Temperung der CdTe-Schicht der so beschich-  
teten Materialien, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial eine Dicke von  
mindestens 60  $\mu\text{m}$ , insbesondere 90 bis 120  $\mu\text{m}$  aufweist, aus einem polymeren Mate-  
rial mit einer Glasübergangstemperatur von mindestens 90°C besteht, die CdTe-  
Schicht eine Dicke von höchstens 30  $\mu\text{m}$ , insbesondere 2 bis 7  $\mu\text{m}$  hat, die Beschich-  
20 tung bei Temperaturen unterhalb der Glasübergangstemperatur und die Temperung  
bei Temperaturen von mindestens 250°C, insbesondere 400 bis 600°C mittels eines  
Lasers während z.B. 1 s vorgenommen wird.

25 Die Beschichtung wird beispielsweise mit einer wäßrigen oder lösungsmittelhaltigen  
CdTe-Suspension vorgenommen.

Anschließend wird das Material getrocknet. Geeignete Beschichtungsmethoden sind  
z.B. Gießen und Rakeln.

30 Die Temperung kann mehrfach vorgenommen werden; zwischen zwei Temperungs-  
schritten werden vorzugsweise Abkühlphasen vorgesehen.

Als Polymere eignen sich Polyethylenterephthalat (PET) und Polyethylennaphthalat (PEN). Das polymere Trägermaterial kann vor der Beschichtung mit einer Substratschicht, z.B. aus Indium-Zinn-Oxid, versehen sein, die die Haftung der CdTe-Schicht verbessert. Die Substratschicht sollte transparent und elektrisch leitfähig sein.

5

Als Laser eignen sich z.B. Argon-Laser und YAG-Laser mit Frequenzverdoppelung.

Organisch polymere Trägermaterialien sind flexibel und gestatten so die kontinuierliche Beschichtung nach einer geeigneten Beschichtungsmethode.

10

Es ist besonders vorteilhaft, wenn die CdTe-Teilchen besonders feinteilig sind, insbesondere in Form sogenannter Nanoteilchen vorliegen, d.h. als Teilchen, deren mittlerer Durchmesser im Nanometerbereich liegt und beispielsweise 3 bis 5 nm beträgt.

15

In diesem Fall ist es zweckmäßig, daß bereits bei der Herstellung der Nano-Teilchen ein Mittel zugegen ist, das eine Agglomeration der Nanoteilchen verhindert, z.B. Tributylphosphan.

20

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist eine Solarzelle mit wenigstens einer CdTe-Schicht einer Stärke von höchstens 30  $\mu\text{m}$  auf einem Träger, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger ein polymeres organisches Material mit einer Dicke von mindestens 60  $\mu\text{m}$  und einer Glasübergangstemperatur von mindestens 90°C ist.

25

Der polymere organische Träger erlaubt aufgrund seiner Flexibilität ein kontinuierliches Beschichtungsverfahren mittels eines Gießers, beispielsweise eines Meniskus- oder Vorhanggießers, wie sie von der Beschichtung fotografischer Filme bekannt sind.

**Beispiel**

5 Eine 100  $\mu\text{m}$  starke Folie aus PEN mit der Breite 100 cm wird kontinuierlich mit einer Suspension beschichtet, die ein Dispergiermittel und pro Liter 31 g Cadmiumtellurid enthält. Anschließend wird die beschichtete Folie getrocknet und weist eine Trockenschichtdicke der aufgetragenen Schicht von 5  $\mu\text{m}$  auf.

Die Folie wird wie folgt getempert:

10 Man bestrahlt die Oberfläche flächendeckend mit einem Ar-Ionenlaser (Wellenlänge 514 nm; Leistung 7 W) mit einem Focus von 50  $\mu\text{m}$ . Es stellt sich eine Temperatur von 400 bis 450°C ein.

15 Nach der Temperung weist die Folie einen lichtabhängigen elektrischen Widerstand auf und eignet sich somit zur Herstellung einer fotovoltaischen Zelle.

Das Trägermaterial wird durch die Laserbelichtung nicht geschädigt.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Beschichtung organisch-polymerer Trägermaterialien mit wenigstens eine photovoltaisch aktiven Schicht und Temperung der so beschichteten Materialien, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial eine Dicke von mindestens 60  $\mu\text{m}$ , insbesondere 90 bis 120  $\mu\text{m}$  aufweist, aus einem polymeren Material mit einer Glasübergangstemperatur von mindestens 90°C besteht, die photovoltaisch aktive Schicht eine Dicke von höchstens 30  $\mu\text{m}$ , insbesondere 2 bis 7  $\mu\text{m}$  hat, die Beschichtung bei Temperaturen unterhalb der Glasübergangstemperatur und die Temperung bei Temperaturen von mindestens 250°C, insbesondere 400 bis 600°C mittels eines Lasers vorgenommen wird.
2. Solarzelle mit wenigstens einer photovoltaisch aktiven Schicht einer Stärke von höchstens 30  $\mu\text{m}$  auf einem Träger, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger ein polymeres organisches Material mit einer Dicke von wenigstens 60  $\mu\text{m}$  und einer Glasübergangstemperatur von mindestens 90°C ist.
3. Solarzelle nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die photovoltaisch aktive Schicht Cadmiumtellurid enthält.
4. Solarzelle nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger aus Polyethylenterephthalat oder Polyethylennaphthalat besteht.

Verfahren zur Herstellung von Solarzellen

Z u s a m m e n f a s s u n g

Organisch-polymere Folien können als Trägermaterialien für wenigstens eine photovoltaisch aktive Schicht dienen, wenn das Trägermaterial eine Dicke von mindestens 60  $\mu\text{m}$  aufweist, aus einem polymeren Material mit einer Glasübergangstemperatur von mindestens 90°C besteht, die photovoltaisch aktive Schicht eine Dicke von höchstens 30  $\mu\text{m}$  hat, die Beschichtung bei Temperaturen unterhalb der Glasübergangstemperatur und die Temperung bei Temperaturen von mindestens 250°C mittels eines Lasers vorgenommen werden.

